پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۹ شمارهٔ۱، نیمهٔ اول ۱۳۹۷، صفحهٔ ۲۰۳-۱۹۲
Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 9, No. 1, 2018, p. 192-203
DOI: 10.22067/ijpr.v9i1.48258

شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب لوبیا در شرایط تنش کم‌آبی برای کاشت در منطقه آذربایجان

حسن منیری‌فر[1*]، وحید رضازاده قوشقراء[2] و حمیدرضا دُرّی[3]
۱- دانشیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی استان آذربایجان‌شرقی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران
۲- دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، hrg.rezazadeh@yahoo.com
۳- کارشناس‌ارشد رشته زراعت، مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان مرکزی، h.rdorri@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۰۸

چکیده

به منظور بررسی واکنش ژنوتیپ‌های لوبیا نسبت به تنش کم‌آبی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل آزمایشی در منطقه آذرشهر استان آذربایجان‌شرقی در سال ۱۳۹۰ اجرا گردید. تعداد ۹ژنوتیپ لوبیا متعلق به سه گروه لوبیاقرمز، سفید و چیتی در دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی بر اساس طرح بلوک کامل تصادفی مورد مقایسه قرار گرفتند. آبیاری در شرایط مطلوب و تنش کم‌آبی به‌ترتیب پس از ۷۰ و ۱۰۰میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A اعمال شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، تنش خشکی به‌طور متوسط منجر به کاهش عملکرد دانه به میزان ۴۷درصد شد. واکنش ژنوتیپ‌های لوبیا از نظر میزان کاهش عملکرد دانه تحت شرایط تنش کم‌آبی متفاوت بود، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین میزان کاهش به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های لوبیاسفید و لوبیاچیتی مشاهده شد. در مواجهه با تنش کم‌آبی، ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی از عملکرد بیشتری نسبت به سایر لوبیاها برخوردار بودند. در مقایسات گروهی نیز برتری ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی نسبت به ژنوتیپ‌های لوبیاسفید و قرمز در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی از نظر عملکرد دانه معنی‌دار بود. در میان شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده، شاخص‌های میانگین هندسی (GMP)، تحمل تنش (STI) و میانگین حسابی (MP) نسبت به سایر شاخص‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل مناسب‌تر بودند. در بین ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی، ژنوتیپ GO140 مناسب‌ترین ژنوتیپ برای کشت لوبیا در منطقه آذربایجان شناسایی شد.

واژه‌های کلیدی: لوبیاچیتی، لوبیاسفید، لوبیاقرمز، مقایسات گروهی

مقدمه

حبوبات پس از غلات، دومین منبع غذایی بشر محسوب می شوند و در بین حبوبات، لوبیا یکی از مهم‌ترین گیاهان این گروه محسوب می‌شود (Broughton *et al*., 2003). بی‌شک حبوبات و به‌ویژه لوبیا از منابع مهم تأمین‌کننده پروتئین در اکثر کشورها به‌خصوص کشورهای درحال‌توسعه بوده و به‌عنوان یک منبع غذایی برای بیش از ۳۰۰میلیون نفر از جمعیت جهان شناخته شده است، چراکه از نظر اقتصادی از پروتئین حیوانی ارزان‌تر است (Beebe & Mc Clafferty, 2006). حبوبات با داشتن کربوهیدرات، برخی ویتامین‌ها و مواد معدنی ضروری جایگاه مهمی در جیره غذایی انسان دارند (Singh *et al*., 1999) و در تناوب‌های زراعی نیز به‌عنوان کود سبز و حاصلخیزکننده زمین مورد استفاده قرار می‌گیرند (Khaghani *et al*., 2009).

در ایران نیز به‌عنوان یکی از کشورهای درحال‌توسعه و برخوردار از آب و هوای خشک و نیمه‌خشک، این گیاه بعد از نخود و عدس بیشترین سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده است (Zafarani-Moattar *et al*., 2012). باوجود این اهمیت، این گیاه کمتر مورد توجه قرار گرفته است و بیشتر در اراضی حاشیه‌ای، زمانی که سایر محصولات، تولید مناسبی ندارند، کشت شده است (Shafiee Khorshidi *et al*., 2013).

خشکی یکی از عوامل محدودکننده و خطری جدی برای تولید موفقیت‌آمیز محصولات زراعی می‌باشد و همچنین یکی از عوامل محدودکننده تولید این محصول در جهان است. گیاه لوبیا به شرایط آب و خاک و کیفیت آن خیلی حساس بوده و عملکرد آن حتی در دوره‌های کوتاه‌مدت تنش صدمه می‌بینند، اما بیشتر از ۶۰درصد تولید لوبیا در کشورهای درحال‌توسعه تحت شرایط تنش خشکی انجام می‌گیرد (Costa-Franca *et al*., 2000; Graham & Ranalli, 1997) و شاید این موضوع، یکی از دلایل پایین‌بودن عملکرد این محصول باشد (Singh, 2001).

*نویسنده مسئول: monirifar@yahoo.com

خشکی سبب کاهش در اندازه برگ‌ها، وزن خشک اندام هوایی، شاخص سطح برگ، تعداد برگچه، متوسط سطح برگ و فشار تورژسانس در بافت‌های گیاهی می‌شود. کاهش آماس سلولی اولین اثر خشکی است که موجب می‌شود سرعت رشد محصول و اندازه نهایی آن کاهش یافته و به‌دنبال آن سرعت رشد و نمو، رشد ساقه و برگ در اثر کم‌شدن مقدار واحدهای فتوسنتزکننده، تولید مواد فتوسنتزی و انتقال آن به بخش‌های مختلف کم شده و در نهایت عملکرد کاهش یابد (Hu *et al.*, 2013). تنش خشکی متوسط تا شدید می‌تواند بیوماس، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد روز تا رسیدگی، شاخص برداشت، عملکرد دانه و وزن دانه لوبیا را کاهش دهد (Ramírez-Vallejo & Kelly, 1998 Acosta-Gallegos & Adams, 1991 ;).

Padilla-Ramirez *et al*, (2005) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های لوبیا شده است. Munoz-Perea *et al*, (2005) گزارش نمودند که تنش خشکی علاوه بر کاهش معنی‌دار عملکرد، باعث کاهش بازده مصرف آب نسبت به تیمار بدون تنش می شود و تنش خشکی شدید می‌تواند میزان کارآیی مصرف آب و نیتروژن را در لوبیا کاهش دهد.

صدها ژرم‌پلاسم، لاین‌های اصلاحی و ارقام لوبیا از نواحی مختلف محل پیدایش و تکامل این محصول در آمریکای لاتین جهت مقاومت به خشکی غربال شده‌اند. گزارش این بررسی‌ها نشان داده که سطوح بالای مقاومت به خشکی در ارقام نژاد دورانگو (که از ارتفاعات مکزیک سرچشمه گرفته است) وجود دارد (Singh, 1995; Teran & Singh, 1995). مقاومت به خشکی به مقایسه عملکرد نسبی یک ژنوتیپ با ژنوتیپ‌های دیگر تحت همان شرایط تنش خشکی قلمداد می‌شود (Blum, 1988) و عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب و تنش خشکی، نمی‌تواند به‌عنوان نقطه شروعی در شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب برای شرایط دیم باشد (Mohammadi *et al.*, 2010).

برخی از محققان اعتقاد دارند که انتخاب ارقام بر اساس عملکرد در شرایط تنش باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در شرایط بدون تنش می‌گردد (Rosielle & Hamblin, 1981). بعضی از محققان، گزینش گیاهان را تنها در شرایط بدون تنش خشکی (Betran *et al.*, 2003) و بعضی دیگر نیز در شرایط تنش خشکی (Rathjen, 1994) انجام می‌دهند، در حالی که عده دیگر اعتقاد به انجام گزینش در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی دارند (Rajaram & Ginkel, 2001). Schneider *et al*, (2004) جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل لوبیا از شاخص‌های ارزیابی تنش استفاده نمودند و Porch *et al*, (2009) در بررسی ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط تنش خشکی به مدت دو سال با استفاده از شاخص‌های ارزیابی تنش، ژنوتیپ‌های برتر را شناسایی و به‌عنوان والدین برتر در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمودند.

این پژوهش به منظور بررسی واکنش سه گروه لوبیا نسبت به تنش کم‌آبی و شناسایی ژنوتیپ یا ژنوتیپ‌های متحمل اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در فصل زراعی سال ۱۳۹۰ درشهرستان آذرشهر استان آذربایجان‌شرقی اجرا گردید. اقلیم این منطقه نیمه‌خشک و با متوسط بارندگی سالانه ۳۰۰میلی‌متر بوده و خاک منطقه از نوع شنی-لومی می‌باشد. ارتفاع این محل از سطح دریا، ۱۳۷۰متر بوده و طول و عرض جغرافیایی آن به‌ترتیب ۴۷ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی و ۳۹ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی است. خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش در جدول۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Soil properties in the experimental site

روی Zn (mg/kg)	آهن Fe (mg/kg)	منگنز Mn (mg/kg)	مس Cu (mg/kg)	پتاسیم K (mg/kg)	بُر Br (mg/kg)	فسفر P (mg/kg)	موادآلی OM (%)	مواد خنثی شونده NM (%)	pH	هدایت الکتریکی Ec (µS cm^{-1})	عمق خاک Depth (cm)
1.1	8.7	6.6	1.8	220	0.95	11	0.45	18	7.9	1.8	0-30

EC= electrical conductivity; OM= organic matter, NM= neutral materials

تیمارهای آزمایش شامل سه ژنوتیپ لوبیاسفید به اسامی دانشکده (Daneshkadeh)، 74Emerson، G11867، سه ژنوتیپ لوبیاقرمز به اسامی گلی (Goli)، اختر (Akhtar)، D81083 و سه ژنوتیپ لوبیاچیتی با نام‌های COS16، GO14088 و GO1403 بود که از مرکز تحقیقات ملی لوبیا در خمین تهیه گردید.

ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در دو آزمایش با سه تکرار و با طرح پایه بلوک کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفتند. آبیاری با استفاده از تشتک تبخیر کلاسA تعیین گردید. آزمایش‌ها با آبیاری مطلوب و تنش، به‌ترتیب بر اساس ۷۰ و ۱۰۰میلی‌متر تبخیر از تشتک انجام گرفت و میزان آب لازم برای آبیاری هر کرت محاسبه شد و میزان آب ورودی با کنتور آب کنترل شد. تعیین مقدار آب مورد نیاز با اندازه‌گیری رطوبت از عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰سانتی‌متری خاک صورت گرفت و سپس بر اساس ظرفیت مزرعه‌ای خاک و با اندازه‌گیری آب داده‌شده، میزان آب مورد نیاز تعیین شد.

عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک‌زنی، ایجاد جوی پشته و کرت‌بندی در اوایل بهار انجام شد. طول و عرض هر کرت به‌ترتیب ۳ و ۲متر بود در هر بلوک ۹واحد آزمایشی گنجانده شد و فاصله کرت‌ها از یکدیگر دو متر درنظر گرفته شد. کلیه بذور قبل از کاشت با سم بنومیل به نسبت دو در هزار ضدعفونی گردید. کاشت به‌صورت ردیفی انجام شد، به‌طوری‌که فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف پنج سانتی‌متر بود و بذور در عمق پنج‌سانتی‌متری کاشته شدند (Zafarani-Moattar *et al*., 2012). کلیه کرت‌ها بلافاصله بعد از کاشت آبیاری شدند. در آزمایش آبیاری با تنش، پس از ظهور گیاهچه‌های سه‌برگچه‌ای تنش اعمال شد. در طول دوره آزمایش، علف‌های‌هرز موجود در مزرعه چندین‌بار با دست وجین شدند. در هر واحد آزمایش۱۰بوته به‌عنوان نمونه تصادفی انتخاب و صفات تعداد روز تا شروع گلدهی و رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و بوته، وزن۱۰۰دانه، قطر ساقه و عملکرد تک بوته مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. شاخص‌های مختلف حساسیت و تحمل شامل Yp، Ys، MP، GMP، STI، SSI و TOL (Fernandez, 1992; Fischer & Maurer,1978; Rosielle & Hamblier, 1981; Schneider *et al*., 2004) برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی برآورد و برای گزینش ژنوتیپ‌ها استفاده شد. شاخص حساسیت به تنش(SSI) به شرح زیر محاسبه شد:

$$SSI= [1-(Ys/Yp)]/SI$$
$$SI=1-(\bar{Y}s/\bar{Y}p)$$

در این فرمول‌ها Ys، Yp، $\bar{Y}p$، $\bar{Y}s$ و SI به‌ترتیب عملکرد هر ژنوتیپ تحت شرایط تنش، بدون تنش، میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها تحت شرایط بدون تنش، میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش و شدت تنش را نشان می‌دهد. شاخص TOL و همچنین شاخص MP هر یک از ژنوتیپ‌ها بر اساس روابط زیر محاسبه شد:

$$TOL= Yp-Ys$$
$$MP= (Yp+Ys)/2$$

شاخص GMP و STI بر اساس فرمول‌های زیر برآورد شدند:

$$GMP= \sqrt{(Yp\times Ys)}$$
$$STI= (Yp)\ (Ys)/\ (\bar{Y}p)^2$$

مقادیر زیاد از شاخص‌های TOL و SSI بیان‌کننده حساسیت بیشتر آن ژنوتیپ نسبت به شرایط تنش است، در صورتی‌که مقادیر بیشتر از شاخص‌های شامل Yp، Ys، MP، GMP و STI نشان‌دهنده تحمل بیشتر آن ژنوتیپ‌ها نسبت به شرایط تنش است.

برای داده‌های اندازه‌گیری‌شده ابتدا تجزیه واریانس مرکب انجام گرفت و با درنظرگرفتن امید ریاضی منابع تغییر در تجزیه واریانس مرکب، آزمونF انجام یافت. با توجه به معنی‌داربودن اثر شرایط آبیاری، برای صفات اندازه‌گیری‌شده در دو شرایط آبیاری مطلوب و همراه با تنش، تجزیه واریانس جداگانه انجام یافت. قبل از انجام این تجزیه‌ها، فرض‌های یکنواختی واریانس‌ها، نرمال‌بودن خطاها و اثر افزایشی بلوک با تیمار مورد بررسی و مورد تأیید قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم‌افزارSPSS استفاده شد. همچنین ژنوتیپ‌های سفید، قرمز و چیتی لوبیا در دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش آبی به صورت گروهی از نظر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر شرایط آبیاری و همچنین اثر متقابل ژنوتیپ×شرایط آبیاری برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شد (جدول تجزیه واریانس مرکب ارائه نشده است)، لذا به‌طور جداگانه برای هر یک از شرایط آبیاری مطلوب و همراه با تنش، تجزیه واریانس صفات انجام گرفت (جداول ۲ و ۳). در تمامی صفات اندازه‌گیری‌شده در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در بین ژنوتیپ‌های مختلف تحت شرایط تنش به‌جُز صفت تعداد دانه در غلاف که در سطح احتمال ۵درصد معنی‌دار شد، بقیه صفات اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بودند (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت شرایط آبیاری مطلوب

Table 2. Analysis of variance of measured traits in bean genotypes in normal irrigation condition

منابع تغییرات S.O.V.		درجه آزادی Degree of freedom	تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Shoot diameter	تعداد دانه در بوته Seeds in plant	تعداد دانه در غلاف Seeds in pod	تعداد غلاف در بوته Pods in plant	وزن صد دانه 100 seed weight	عملکرد دانه Seed yield
بلوک	Block	2	0.704^{ns}	2.481^{ns}	18.87^{ns}	0.007^{ns}	66.33**	0.45**	0.771^{ns}	0.472^{ns}	2.618^{ns}
ژنوتیپ	Genotype	8	93.00**	453.14**	1966.88**	0.857**	1378.86**	1.307**	40.23**	104.67**	147.58**
خطا	Error	16	0.662	4.60	37.70	0.029	10.28	0.006	0.59	1.42	1.124
ضریب تغییرات (٪)	C.V.(%)		1.88	2.21	8.41	3.03	5.82	3.32	9.42	17.26	19.37

** و ns به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و عدم تفاوت معنی دار می‌باشند

**and ns indicates significant different at 1% levels of probability and non significant different, respectively

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت شرایط تنش آبی

Table 3. Analysis of variance of measured traits in bean genotypes in water stress condition

منابع تغییرات S.O.V.		درجه آزادی Degree of freedom	تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Shoot diameter	تعداد دانه در بوته Seeds in plant	تعداد دانه در غلاف Seeds in pod	تعداد غلاف در بوته Pods in plant	وزن صد دانه 100 seed weight	عملکرد دانه Seed yield
بلوک	Block	2	10.11^{ns}	0.259^{ns}	17.63^{ns}	0.274^{ns}	25.23^{ns}	0.025^{ns}	0.358^{ns}	0.096^{ns}	2.62^{ns}
ژنوتیپ	Genotype	8	62.25**	284.65**	1402.55**	0.690	1356.58**	1.54*	38.508**	164.13**	32.78**
خطا	Error	16	0.778	0.676	0.49	0.026	22.39	0.018	0.203	0.225	0.134
ضریب تغییرات (٪)	C.V.(%)		2.31	1.94	9.86	13.06	6.44	11.61	5.14	14.9	16.02

**، * و ns به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم تفاوت معنی دار می‌باشند

*,**and ns indicates significant different at 5%, 1% levels of probability and non significant different, respectively

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های لوبیا به تفکیک در شرایط آبیاری مطلوب و تنش آبی

Table 4. Mean comparison of measured traits in bean genotypes separately in normal irrigation and water stress condition

شرایط آبیاری Irrigation condition	گروه لوبیا Bean group	ژنوتیپ Genotype	تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Plant height(cm)	قطر ساقه Shoot diameter(mm)	تعداد دانه در بوته Seeds in plant	تعداد دانه در غلاف Seeds in pod	تعداد غلاف در بوته Pods in plant	وزن صد دانه 100 seed weight(gr)	عملکرد دانه Seed yield(gr/plant)
آبیاری مطلوب Fully irrigated	سفید White	Daneshkadeh	34.33e	90.33c	76.75cd	6.32a	105.24a	4.47a	12.58e	28.20d	21.34e
		74Emerson	40.67c	81.67c	66.61d	6.09ab	93.48b	4.26b	20.67b	23.14e	25.23d
		G11867	37.67d	85.33c	91.27b	5.22c	78.95c	3.04e	18.52c	31.58c	19.90f
	قرمز Red	Goli	44.67b	95.00b	104.30a	5.35c	68.79d	4.58a	16.23d	28.90d	18.52f
		Akhtar	40.67c	90.67bc	43.75e	4.81d	67.83d	4.14b	15.70d	25.11e	16.35g
		D81083	42.00c	93.00b	84.21bc	5.24c	63.40d	3.06e	15.20d	32.68c	16.67g
	چیتی Wax	COS16	50.00a	114.70a	35.50e	5.82b	54.28e	3.30d	23.15a	42.08a	32.04b
		GO140	48.67a	111.30a	112.90a	6.24a	50.23e	3.45c	22.57a	41.45a	35.36a
		GO1408	50.00a	111.70a	72.56d	5.28c	37.31f	2.96e	20.86b	37.60b	29.68c
تنش آبی Water stress	سفید White	Daneshkadeh	34.00d	80.33f	43.11cd	5.94a	24.84d	1.65e	15.04b	17.77h	7.11f
		74Emerson	35.33d	78.67g	52.70c	5.65a	79.81a	3.84a	20.78a	31.96d	12.81c
		G11867	35.67d	79.00g	72.75b	5.06de	40.12b	3.23b	12.41c	22.79f	10.52d
	قرمز Red	Goli	38.67c	86.00d	76.48b	4.93e	38.68b	3.94a	9.81f	25.91e	9.52e
		Akhtar	35.00d	80.33f	39.83d	4.36f	21.76d	2.54d	8.56g	20.21g	5.73g
		D81083	39.33bc	84.00e	49.50cd	5.33cd	31.70c	2.87c	11.02g	22.58f	6.84f
	چیتی Wax	COS16	40.67b	67.00c	24.69e	5.46bc	32.62c	2.33d	14.00c	36.05b	11.65c
		GO140	35.67d	99.33b	95.27a	5.52bc	28.56b	3.09bc	12.45d	37.26a	15.65a
		GO1408	48.67a	103.7a	49.94cd	4.86e	33.66c	2.97c	11.32e	31.96c	13.81b

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک در سطح احتمال۵٪ اختلاف معنی داری با هم بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means within each column with at least a same letter are not signification different at α=0.05 in Duncan method.

نتایج نشان داد که اعمال تنش آبی بیشترین تأثیر را در کاهش تعداد روزهای تا گلدهی بر ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی داشت، به‌طوری‌که این صفت در این گروه حدود هشت روز کاهش یافت، ولی در ژنوتیپ‌های لوبیاسفید و قرمز به‌ترتیب در حدود ۲/۵ و ۵ روز کاهش نشان داد (جدول ۴).

اعمال تنش کم‌آبی موجب شد که به‌طور میانگین ژنوتیپ‌های لوبیا نسبت به شرایط آبیاری مطلوب، حدود ۱۲روز زودتر برسند، به‌طوری‌که میانگین مدت زمان رسیدگی از ۹۵روز به ۸۳روز کاهش یافت، ولی میزان این کاهش در ژنوتیپ‌های لوبیا متفاوت بود. ژنوتیپ‌های لوبیاسفید و قرمز به‌ترتیب ۶ و ۹روز زودتر رسیدند، ولی بیشترین کاهش در مدت زمان رسیدگی در ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی، ۲۲روز مشاهده شد.

میانگین ارتفاع بوته در سه گروه ژنوتیپ‌های سفید، قرمز و چیتی در شرایط مطلوب آبیاری به‌ترتیب ۷۸/۲، ۷۷/۴ و ۷۳/۶ سانتی‌متر بود که در اثر تنش آبی به‌ترتیب به ۵۶/۲، ۵۵/۳ و ۵۶/۷سانتی‌متر کاهش یافت و میزان کاهش ارتفاع در اثر اعمال تنش در هر سه گروه تقریباً برابر بود. میزان قطر ساقه در اثر اعمال تنش تغییر چندانی نداشت و در هر دو شرایط آبی تقریبا برابر بود (جدول ۴).

میانگین کاهش تعداد دانه در بوته در ژنوتیپ‌های لوبیا در اثر اعمال تنش کم‌آبی در حدود ۴۸درصد بود، ولی ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی با ۲۶درصد کاهش، کمترین میزان کاهش در تعداد دانه را نشان دادند و این میزان برای ژنوتیپ‌های لوبیاقرمز و سفید به‌ترتیب ۵۴ و ۴۸درصد بود. ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط تنش آبی به‌طور میانگین حدود ۷۹درصد پتانسیل تولید تعداد غلاف در بوته در شرایط آبیاری مطلوب را نشان دادند. ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی اگر چه توانسته بودند نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها کمترین کاهش در تعداد دانه در بوته در شرایط با تنش کم‌آبی را داشته باشند، ولی نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بیشترین کاهش در تعداد غلاف در بوته را نشان دادند، به طوری‌که میانگین این صفت در این گروه در شرایط تنش در حدود ۴۴درصد کاهش یافت و ژنوتیپ‌های لوبیاسفید با ۷درصد کمترین کاهش را نشان دادند و میزان کاهش تعداد غلاف در بوته در ژنوتیپ‌های لوبیاقرمز نیز حدود ۳۸درصد بود. در شرایط تنش آبی، میانگین وزن۱۰۰دانه ژنوتیپ‌های لوبیا از ۳۱/۵۷ به ۲۶/۶۹گرم کاهش یافت. بیشترین میزان کاهش در ژنوتیپ‌های لوبیاقرمز مشاهده شد که از ۲۸/۹ به ۲۲/۹گرم کاهش یافت.

با اعمال تنش کم‌آبی، عملکرد دانه ژنوتیپ‌های لوبیا به طور میانگین از ۲۲/۱۳ به ۱۰/۱۰گرم در هر بوته رسید که به طور متوسط ۴۷درصد کاهش نشان داد. سایر محققان نیز کاهش عملکرد لوبیا در شرایط تنش آبی متوسط را تا ۶۲درصد گزارش نموده‌اند (Rezene *et al*., 2013; Leport *et al*., 2006). واکنش ژنوتیپ‌های لوبیا از نظر میزان کاهش عملکرد دانه تحت شرایط تنش کم‌آبی متفاوت بود، به‌طوری‌که بیشترین میزان کاهش (۵۴درصد) در ژنوتیپ‌های لوبیاسفید مشاهده شد و میزان این کاهش در ژنوتیپ‌های لوبیاقرمز و چیتی نیز به‌ترتیب ۴۷ و ۴۲درصد بود. با توجه به اهمیت صفت مذکور، مقایسات گروهی در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش آبی انجام یافت (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه گروهی ژنوتیپ‌های لوبیا برای صفت عملکرد دانه بر اساس رنگ ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری مطلوب و تنش آبی

Table 5. Orthogonal comparison of Bean genotypes for seed yield based on their colors in normal irrigation and water stress condition

شرایط آبیاری	Condition	مقایسه	Comparison	لوبیاسفید White bean	لوبیاقرمز Red bean	لوبیاچیتی Wax bean	F
				ژنوتیپ‌های لوبیا بر اساس رنگ Bean genotypes based on colors			
آبیاری مطلوب	Fully irrigated	سفید با قرمز	Red *vs*. White	+1	-1	0	2.32^{ns}
		سفید با چیتی	White *vs*. Wax	+1	0	-1	95.20**
		قرمز با چیتی	Red vs. Wax	0	+1	-1	210.75**
تنش آبی	Water stress	سفید با قرمز	Red *vs*. White	+1	-1	0	28.20**
		سفید با چیتی	White *vs*. Wax	+1	0	-1	252.46**
		قرمز با چیتی	Red vs. Wax	0	+1	-1	449.55**

** و ns به‌ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد و عدم تفاوت معنی دار می‌باشند.

**and ns indicates significant different at 1% levels of probability and non significant different, respectively

نتایج مقایسات گروهی بین ژنوتیپ‌های لوبیا نشان داد که در شرایط آبیاری مطلوب بین ژنوتیپ‌های لوبیاسفید با لوبیاقرمز از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌دار وجود ندارد، اما بین ژنوتیپ‌های لوبیاسفید با لوبیاچیتی و ژنوتیپ‌های لوبیاقرمز با چیتی از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک‌درصد مشاهده گردید که میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی به‌طور معنی‌داری از دو گروه دیگر برتر بود. مقایسات گروهی در شرایط تنش آبی برای عملکرد دانه نیز نشان داد که ژنوتیپ‌های لوبیاسفید در مقایسه با ژنوتیپ‌های لوبیاقرمز برتر هستند و ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی در مقایسه با ژنوتیپ‌های لوبیاسفید و قرمز برتر بودند (جدول ۵). در مجموع، برتری ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی نسبت به ژنوتیپ‌های لوبیاسفید و لوبیاقرمز در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و با تنش کم‌آبی از نظر عملکرد دانه محرز شد.

عملکرد دانه در دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی، همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. این نوع همبستگی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Rezene *et al*., 2013). وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی نشان داد که ژنوتیپ‌های با عملکرد مناسب در شرایط آبیاری مطلوب، در شرایط با تنش کم‌آبی نیز عملکرد مناسبی داشتند. (Cattivelli *et al*, 2008) نشان دادند صفاتی که موجب بروز حداکثر عملکرد در شرایط بدون تنش می‌شود، می‌توانند عملکرد پایه را در شرایط با تنش متوسط حفظ کنند، این در حالی است که گزینش بر اساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و غیرتنش، موفق‌تر از گزینش صِرف بر اساس حداقل کاهش عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط است.

محاسبه همبستگی شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش نشان داد که شاخص‌های GMP، STI و MP با میزان عملکرد دانه در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی همبستگی مثبت و معنی‌داری دارند (جدول ۶). بنابراین گزینش ژنوتیپ‌ها بر اساس این شاخص‌ها می‌تواند منجر به شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل شود. شاخص‌های SSI و TOL با میزان عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب همبستگی معنی‌داری نشان دادند و همبستگی شاخص SSI با میزان عملکرد در شرایط تنش کم‌آبی منفی و معنی‌دار بود، لذا معرفی ژنوتیپ‌های با مقادیر کوچک این شاخص می‌تواند موجب شناسایی ژنوتیپ‌هایی گردد که میزان عملکرد آنها در شرایط کم‌آبی بالا ولی در شرایط آبیاری مطلوب پایین خواهد بود.

مقادیر هر یک از شاخص‌ها برای ژنوتیپ‌های لوبیا و همچنین رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها در جدول۷ ارائه شده است. ژنوتیپ‌های شماره ۸، ۷، ۹ و ۲ بیشترین مقدار عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب (Yp) را نشان دادند و همچنین این ژنوتیپ‌ها با کمی تغییر در ترتیب رتبه، بهترین عملکرد را در شرایط تنش کم‌آبی (Ys) داشتند. بر اساس شاخص‌های GMP و MP ژنوتیپ‌های ۸، ۹، ۷ و ۲ به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌های آزمایش برای هردو شرایط تنش کم‌آبی و آبیاری مطلوب قابل شناسایی هستند. گزینش تنها براساس شاخص TOL منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که عملکردشان در محیط بدون تنش کم‌آبی پایین و همچنین میزان MP پایین خواهند داشت. ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۴ که براساس شاخص TOL جزو برترین‌ها بوده و می‌توانند انتخاب شوند، در شرایط آبیاری مطلوب، میانگین‌های بالایی ندارند و در رتبه‌های ششم و هفتم قرار گرفتند و به جهت این‌که در هر دو شرایط تنش کم‌آبی و آبیاری مطلوب تقریباً عملکرد مشابهی تولید کردند، از نظر این شاخص برتر شدند، لذا شاخص TOL نتوانست شاخص مناسبی برای گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب باشد. ژنوتیپ‌های ۹، ۸، ۳ و ۴ به‌دلیل داشتن کمترین مقادیر شاخص SSI، قابل انتخاب هستند و بر اساس شاخص STI، ژنوتیپ‌های ۸، ۹، ۷ و ۲ مناسب‌ترین هستند. در مجموعه ژنوتیپ‌های قابل‌انتخاب براساس شاخص SSI، ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۴ پتانسیل عملکرد چندان مناسبی از خود نشان ندادند، لذا این شاخص نیز قادر به تشخیص ژنوتیپ‌های مناسب برای هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی نگردید.

Schneider *et al*, (2004) پیشنهاد نمودند که گزینش ژنوتیپ‌ها در لوبیا ابتدا بر اساس شاخص GMP صورت پذیرد و سپس به‌منظور حصول اطمینان بیشتر از عمکرد آنها در شرایط تنش، ژنوتیپ‌هایی انتخاب شوند که دارای مقادیر بالاتر شاخص Ys هستند.

طبق نتایج به‌دست‌آمده، شاخص‌های GMP، STI و MP همبستگی مثبت و معنی‌داری با Yp نشان دادند. انتخاب بر اساس این شاخص‌ها، منجر به شناسایی ژنوتیپ‌های شماره ۸، ۹، ۷ و ۲ می‌گردد که در بین آنها نیز ژنوتیپ شماره ۸ در محیط با تنش کم‌آبی نیز از نظر میزان تولید در رتبه اول قرار گرفته است (جدول ۴و ۷). Mohammadi *et al*, (2010) نیز در ارزیابی صفات کمّی و کیفی لوبیای سفید در شرایط آبیاری محدود و بهینه گزارش نمودند که شاخص‌های SSI، GMP و STI در شرایط آبیاری بهینه و محدود همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دارد. Abebe *et al*, (1998)

گزارش نمودند که شاخص‌های GMP و MP تنها شاخص‌هایی بودند که با عملکرد در شرایط مطلوب و تنش همبستگی مثبت داشتند.

Ebrahimi *et al*, (2010) عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاسفید را تحت شرایط تنش آبی مورد ارزیابی قرار دادند. آنها همچنین جهت تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم از شاخص‌های مقاومت به تنش استفاده نمودند و بیان داشتند که شاخص‌های MP، GMP و TOL به‌عنوان بهترین شاخص برای شناسایی ژنوتیپ های مقاوم به خشکی می‌باشند. Khaghani *et al*, (2009) صفات کمی و کیفی لوبیای سفید و قرمز را تحت شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی مورد مقایسه قرار دادند و شاخص‌های حساسیت و تحمل و همچنین درصد تغییرات صفات را در اثر تنش محاسبه نموده و بیان داشتند که MP، STI و GMP به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های مقاومت به خشکی می‌باشند. Habibi *et al*, (2005) در بررسی روابط عملکرد دانه و برخی صفات مهم زراعی در لوبیاقرمز در شرایط آبیاری محدود گزارش نمودند که شاخص‌های STI و GMP بهترین شاخص‌ها برای تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی هستند.

در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که با درنظرگرفتن عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی، می‌توان ژنوتیپ‌های مناسب را شناسایی کرد و در میان شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده شاخص‌های GMP، STI و MP نسبت به سایر شاخص‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل مناسب‌تر هستند. همچنین در مواجهه با تنش کم‌آبی، ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی نسبت به سایر لوبیاها عملکرد بیشتری دارند و در بین ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی، ژنوتیپ GO140 مناسب‌ترین ژنوتیپ برای کشت لوبیا در منطقه آزمایش و شرایط مشابه شناسایی می‌شود.

جدول۶- همبستگی شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش با عملکرد دانه ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط تنش و بدون تنش

Table 6. Correlations(r) among tolerance and sensitively indices and seed yield of bean genotypes in normal irrigation and water stress condition

Ys	TOL	SSI	MP	GMP	STI	
0.805**	0.100	-0.540	0.924**	0.897**	0.874**	**Yp**
	-0.509	0.923**	0.957**	0.982**	0.984**	**Ys**
		0.765*	0.239	-0.346	-0.382	**TOL**
			0.785*	-0.852**	-0.843**	**SSI**
				0.992**	0.982**	**MP**
					0.989**	**GMP**

**و * به‌ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد و ۵درصد می‌باشند.

*and** indicates significant different at 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۷- مقادیر و رتبه‌بندی شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی برای ژنوتیپ‌های لوبیا

Table 7. Score and ranking of tolerance and sensitively indices for bean genotypes

		Yp		Ys		Mp		GMP		STI		SSI		TOL	
شماره No.	ژنوتیپ Genotype	مقدار Score	رتبه Rank	مقدار Score	رتبه Rank	مقدار Score	رتبه Rank	مقدار Score	رتبه Rank	مقدار Score	رتبه Rank	مقدار Score	رتبه Rank	مقدار Score	رتبه Rank
1	Daneshkadeh	21.34	5	4.11	9	12.72	7	9.36	9	0.18	9	1.28	7	17.23	8
2	74Emerson	25.23	4	12.20	3	18.71	4	17.54	4	0.64	4	0.81	5	13.03	7
3	G11867	19.90	6	10.53	5	15.21	5	14.47	5	0.43	5	0.74	3	9.37	4
4	Goli	18.52	7	9.52	6	14.02	6	13.28	6	0.36	6	0.77	4	8.99	3
5	Akhtar	16.35	9	5.72	8	11.04	9	9.67	8	0.19	8	1.03	8	10.62	6
6	D81083	16.67	8	6.84	7	11.75	8	10.67	7	0.23	7	0.93	6	9.83	5
7	COS16	32.04	2	11.65	4	21.84	3	19.32	3	0.78	3	1.01	9	20.39	9
8	GO140	35.36	1	26.66	1	31.01	1	30.70	1	1.97	1	0.39	2	8.70	2
9	GO1408	29.68	3	25.3	2	27.49	2	27.40	2	1.57	2	0.23	1	4.38	1

منابع

1. Abebe, A., Brik, M.A., and Kirkby, R.A. 1998. Comparisons of selection indices to identity productive dry bean lines under diverse environmental conditions. Field Crops Research 58: 15-23.
2. Acosta-Gallegos, J.A., and Adams, M.W. 1991. Plant traits and yield stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars under drought stress. Journal of Agricultural Science 117: 213-219.
3. Beebe, S., and McClafferty, B. 2006. Biofortified beans. Available at Web site http:// www. research4development.info/PDF/Outputs/Misc_Crop/beans.pdf (verify ed 18 Apr. 2011). HarvestPlus, CIAT, Cali, Colombia.
4. Betran, F.J., Beck, D., Banziger, M., and Edmeades, G.O. 2003. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and non stress environments in tropical maize. Crop Science Journal 43: 807-817.
5. Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress environments. CRC Press Florida, pp 212.
6. Broughton, W.J., Hernandez, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., and Vanderleyden, J. 2003. Beans (*Phaseolus* spp.): Model food legumes. Plant Soil 252: 55-128.
7. Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.W.E., Muzzucotelli, A.M., Mestrangelo, E., Francia, C., and Stanca, A.M. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. Field Crop Research 105: 1-4.
8. Costa-Franca, M.G., Thi, A.T., Pimentel, C., Pereyra, R.O., Zuily-Fodil, Y., and Laffray, D. 2000. Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress. Environmental and Experimental Botany 43: 227-237.
9. Ebrahimi, M., Bihamta, M.R., Hosein-Zadeh, A., Khialparast, F., and Golbashi, M. 2010. Evaluation response of yield and yield components of white bean genotypes under water stress conditions. Journal of Agricultural Research 8: 347-358 (In Persian with English Summary).
10. Fernandez, G.C. 1992. Effective Selection Criteria for Assessing Plant Stress Tolerance. pp: 257-270. In: C.G. Kuo (Ed.). Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress. AVRDC, Shunhua, Taiwan.
11. Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research 29: 897-912.
12. Graham, P.H., and Ranalli, P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Field Crops Research 53: 131-146.
13. Habibi, G.R., Bihamta, M.R., Souhani, A.R., and Dorii, H.R. 2008. A study of some morphological characteristics affecting grain yield and yield components in bean under reduced irrigation. Iranian Journal of Agricultural Sciences 39(1): 51-62. (In Persian with English Summary).
14. Hu, Y.Y., Zhang, Y.L., Yi, X.P., Zhan, D.X., Luo, H.H., Chow, W.S., and Zhang, W.F. 2013. The relative contribution of non-foliar organs of cotton to yield and related physiological characteristics under water deficit. Journal of Integrative Agriculture 3119 (13): 60568-7.
15. Khaghani, S., Bihamta, M.R., and Changizi, M. 2009. Quantitative and qualitative comparison of white and red beans under normal irrigation and drought stress. Environmental Stress Plant Science 1(2):169-182.
16. Leport, L., Turner, N.C., Davies, S.L., and Siddique, K.H.M. 2006. Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. European Journal of Agronomy 24(3): 236-246.
17. Mohammadi, R., Armion, M., Kahrizi, D., and Amri, A. 2010. Efficiency of screening techniques for evaluating durum wheat genotypes under mild drought conditions. Journal of Plant Production 4(1): 11-24.
18. Munoz-Perea, C.G., Wright, R.A.J., Westermann, D., Teran, H., Dennis, M., Hayes, R., and Singh, S.P. 2005. Drought resistance, water use efficiency and nutrient uptake by old and new dry bean cultivars. Bean Improvement Cooperative, New York, 48: 144-145.
19. Padilla-Ramirez, K.S., Acosta-Gallegos, K.A., Acosta- Diaz, E., Mayek-Perez, N., and Kelly, J.D. 2005. Partitioning and partitioning rate to seed yield in drought stressed and non stressed dry bean genotypes. Bean Improvement Cooperative, New York, 48: 153-153.
20. Porch, T.G., Ramirez, V.H., Santana, D., and Harmsen, E.W. 2009. Evaluation of common bean for drought tolerance in Juana Diaz, Puerto Rico. Journal of Agronomy and Crop Science 195: 328-334.
21. Rajaram, S., and Van Ginkle, M. 2001. Mexico, 50 Years of International Wheat Breeding. In: A.P. Bonjean and W.J. Angus (Eds.). The world Wheat Book, A History of Wheat Breeding, Paris, France. Lavoisier Publishing, 579-604.

22. Ramírez-Vallejo, P., and Kelly, J.D. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99: 127-136.
23. Rathjen, A.J. 1994. The biological basis of genotype×environment interaction its definition and management. In: Proceedings of the 7th Assembly of the Wheat Breeding Society of Australia. Adelaide, Australia.
24. Rezene, Y., Gebeyehu, S., and Zelleke, H. 2013. Morpho-physiological response to post-flowering drought stress in small red Seeded common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Journal of Plant Studies 2: 42-53.
25. Rosielle, A.A., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science 21: 943-946.
26. Schneider, K.A., Rosales-Serna, R., Ibarra-Perez, R., Cazares-Enriquez, B., Acosta- Gallegos, J.A., Ramírez-Vallejo, P., Wassimi, N., and Kelly, J.D. 2004. Improving common bean performance under drought stress. Crop Science 37: 43-50.
27. Singh, S.P. 1995. Selection for water stress tolerance in interracial populations of common bean. Crop Science 35: 118-124.
28. Singh, S.P., Teran, H., Munoz, C.G., and Takegami, J.C. 1999. Two cycles of recurrent selection for seed yield in common bean. Crop Science 39: 391-397.
29. Singh SP. 2001. Broadening the genetic base of common bean cultivars. Crop Science 41: 1659-1675.
30. Shafiee Khorshidi, M., Bihamta, M.R., Khialparast, F., and Naghvi, M.R. 2013. Comparison of some common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes for drought tolerance. Iranian Journal of Field Crop Science 44(1): 95-107. (In Persian with English Summary).
31. Teran, H., and Singh, P.S. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. Crop Science 42: 64-70.
32. Zafarani-Moattar, P., Raey, Y., Ghassemi-Golezani, K., and Mohammadi, S.A. 2012. Effect of limited irrigation on growth and yield of bean cultivars. Sustainable Agriculture and Production Science 21: 85-94. (In Persian with English Summary).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 9, No. 1, 2018, p. 192-203

Identification of suitable Bean genotypes under water stress conditions in Azarbaijan region

Monirifar[1*], H., Rezazadeh Ghoshghara[2], V. & Dorri[3], H.R.

1. Associate Professor, Horticulture & Crops Research Department, East Azarbaijan Agricultural & Natural Resources Research & Education, Center, AREEO, Tabriz, Iran
2. MSc. in Agronomy, Tabriz Islamic Azad University, hrg.rezazadeh@yahoo.com
3. MSc. in Agronomy, Instructor of Markazi Agricultural and Natural Resources Research Center h.rdorri@yahoo.com

Received: 13 July 2015
Accepted: 28 December 2016

DOI: 10.22067/ijpr.v9i1.48258

Introduction

Common bean is the most important food legume and is an important source of calories, protein, dietary fiber, and minerals. In addition, common bean provides an essential source of protein for more than 300 million people worldwide. Drought is the major constraint to common bean production, resulting in significant yield reductions of 60% of global bean production areas. In addition, competition among crops for production area in certain regions has resulted in a shift of dry bean production to more marginal zones associated with increased abiotic stresses such as water stress and heat. Robust drought tolerance is conferred by traits that result in stable yield in the presence of water stress, as opposed to mechanisms of escape, such as early maturity. The evaluation and selection for drought tolerance should therefore be focused on the selection of traits that directly affect yield under stress conditions. The objective of this study was recognition of the reaction of bean genotypes and identifies tolerant genotypes to water stress in East Azarbaijan region, Iran.

Materials & Methods

The experiment was carried out during 2011 cropping season in Azarshahr- East Azarbaijan, Iran. The experimental site was located at 1370 m asl and with sandy loam soil receives an annual average rainfall of 300 mm. Plant material consisted of nine genotypes of red, white and wax bean were provided from Khomein national bean research center. Genotypes were evaluated separately in a randomized complete block design under irrigation and water stress conditions. Each genotype was planted on a plot made of five rows of 3 m length with a row-to-row distance of 0.5 m and a plant-to-plant spacing of 5 cm. Irrigations in normal and drought stress conditions were applied after 70 and 100 mm evaporation from class A pan. Days to flowering and to maturity, plant height, shoot diameter, seeds in plant and in pod, pods in plant, 100 seed weight and seed yield traits were recorded. For identifying suitable bean genotypes, multiple drought tolerance and sensitivity indices were calculated. Orthogonal comparisons were used to compare bean genotypes for seed yield based on their colors in normal irrigation and water stress condition. Because irrigation effect was significant in combined analysis, so analysis of variance was performed separately for each set of experiment.

Results & Discussion

Analysis of variance showed that there were significant differences among genotypes in both irrigation conditions for all traits. Water stress led bean genotypes to mature 12 days earlier and the greatest reduction was found 22 days in wax bean genotypes. The plant height reduction under water stress condition in both groups of bean was roughly equal. Orthogonal comparison of bean genotypes for seed yield based on their colors in normal irrigation and water stress condition showed wax bean genotypes were the best in two conditions and had more yield. The results showed that water stress decreased the yield of genotypes up to 47 percent. The response of bean genotypes was different for water stress and lowest and highest yield loss was observed for wax and white beans genotypes, respectively. Correlation coefficients between the normal irrigation and water stress condition were positive and highly significant for seed yield. The presence of strong correlation between yields of water stress and non-stress conditions indicated that genotypes which were performed under non-stress conditions also performed under water stress growing conditions. The

[*]**Corresponding Author:** monirifar@yahoo.com

results showed suitable bean genotypes can be identified with considering yield of genotypes in both conditions. Drought tolerance indices namely geometric mean (GMP), stress tolerance (STI) and arithmetic mean (MP) were better than others indices for tolerant bean genotype selecting.

Conclusion

Drought stress decreased yield and its components in bean genotype, but the reaction of genotypes were different. The findings suggesting that, selection based on the absolute performance of the genotypes across environments is more successful than selecting across the minimum yield decrease under stress with respect to favorable condition. In water stress condition, wax bean genotypes were better than red and white bean genotypes. Between wax bean genotypes, genotypes GO140 was the superior and can be considered as best for similar climate conditions.

Key words: Orthogonal comparison, Red bean, Wax bean, White bean